

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-264177

(43)Date of publication of application : 07.10.1997

(51)Int.Cl.

F02D 41/14

F02D 45/00

(21)Application number : 08-077031

(71)Applicant : FUJI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 29.03.1996

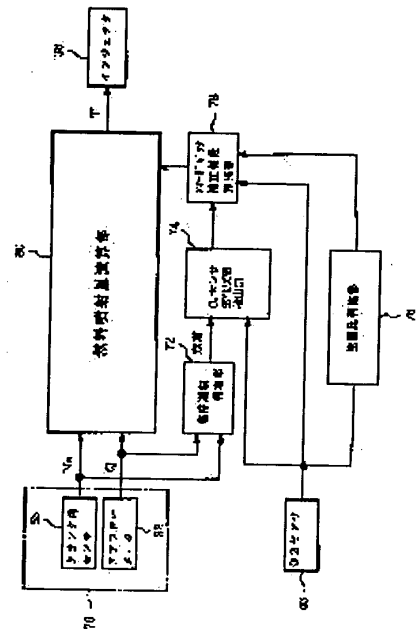
(72)Inventor : SUNAGUCHI TOYOHIDE

## (54) METHOD AND DEVICE OF FEEDBACK CONTROLLING AIR-FUEL RATIO OF ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform a highly reliable air-fuel ratio feedback control by comparing rich area time and lean area time measured, respectively, on the basis of the output signal of an O<sub>2</sub> sensor with a standard rich area time and a standard lean area time to judge the deterioration of the O<sub>2</sub> sensor.

**SOLUTION:** In the operation of an engine, the present operating state of an engine is detected by an engine operating state detecting means 70, whether the operating state is steady or not is judged by an engine steady operation judging part 72, and in the steady operation, a steady signal is outputted to an O<sub>2</sub> sensor deteriorated state judging part 74. The O<sub>2</sub> sensor deteriorated state judging part 14, which receives also the detection signal of an O<sub>2</sub> sensor 46, measures rich area time and lean area time on the basis of this output signal, and compares these area times with a standard rich area time and a standard lean area time to judge the deterioration of the O<sub>2</sub> sensor 46. When it is deteriorated, the integrating portion of proportional integral control is changed to correct feedback correction coefficient.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成9年(1997)10月7日

(21)出願番号	特願平8-77031	(71)出願人	000005348 富士重工業株式会社 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
(22)出願日	平成8年(1996)3月29日	(72)発明者	砂口 豊秀 東京都新宿区西新宿1丁目7番2号 富士重 工業株式会社内
		(74)代理人	弁理士 田代 丞治 (外1名)

[illegible]

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンの排気系に設けられた  $O_2$  センサの出力信号に基づき比例積分制御により演算されるフィードバック補正係数を用いて空燃比のフィードバック制御を行うエンジンの空燃比フィードバック制御方法において、

エンジン動作状態が定常運転状態であつ前記  $O_2$  センサが活性状態である場合、前記  $O_2$  センサの出力信号に基づいて検出される空燃比が理論空燃比を境としてリーン側からリッチ側へ移行する時点よりリッチ側からリーン側へ移行する時点までのリッチ領域時間を計測するとともに、

リッチ側からリーン側へ移行する時点よりリーン側からリッチ側へ移行する時点までのリーン領域時間を計測し、

前記計測したリッチ領域時間及びリーン領域時間とそれぞれ予め設定されている前記  $O_2$  センサの劣化判断の基準となる基準リッチ領域時間及び基準リーン領域時間との比較を行い、

該比較によりリッチ側及びリーン側にて前記  $O_2$  センサの劣化がそれぞれ発生しているか否かを判断し、

リッチ側で劣化が発生していると判断された場合には、リッチ側の比例積分制御の積分分を前記計測したリッチ領域時間に基づいて変更し、

リーン側で劣化が発生していると判断された場合には、リーン側の比例積分制御の積分分を前記計測したリーン領域時間に基づいて変更し、

該変更に基づいて得られたフィードバック補正係数により空燃比を制御することを特徴とするエンジンの空燃比フィードバック制御方法。

【請求項 2】 前記各変更動作はリッチ側及びリーン側でのそれぞれにおける前記  $O_2$  センサの劣化の度合を示す劣化係数を前記計測したリッチ領域時間及びリーン領域時間から前記基準リッチ領域時間及び基準リーン領域時間で各々除算することにより算出し、

該算出された各劣化係数を用いて前記比例積分制御のリッチ側及びリーン側の積分分を各々変更することを特徴とする請求項 1 に記載のエンジンの空燃比フィードバック制御方法。

【請求項 3】 前記定常運転状態に応じて前記  $O_2$  センサの劣化判断の基準となる基準リッチ領域時間及び基準リーン領域時間は、予め設定されている基準リッチ領域時間テーブル及び基準リーン領域時間テーブルにより検索されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のエンジンの空燃比フィードバック制御方法。

【請求項 4】 前記各変更動作は、予め設定されている前記  $O_2$  センサの劣化の度合に対応して定められたリッチ領域時間補正テーブル及びリーン領域時間補正テーブルにより前記リッチ領域時間及びリッチ領域時間を補正するリッチ領域時間補正值及びリーン領域時間補正值を

検索し、

該検索されたリッチ領域時間補正值及びリーン領域時間補正值を用いて比例積分制御のリッチ側及びリーン側の積分分を各々変更することを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載のエンジンの空燃比フィードバック制御方法。

【請求項 5】 エンジンの排気系に  $O_2$  センサを有し、該  $O_2$  センサの検出信号に基づいて比例積分制御により演算されるフィードバック補正係数を用いて空燃比のフィードバック制御を行うエンジンの空燃比フィードバック制御装置において、

前記  $O_2$  センサにより検出される空燃比が理論空燃比を境にしてリッチ側あるいはリーン側のどちら側にあるかを検出する空燃比判定手段と、

該空燃比判定手段によりリーン側からリッチ側に移行する時点よりリッチ側からリーン側に移行する時点までの時間を計測するリッチ時間計測手段と、

前記空燃比判定手段によりリッチ側からリーン側に移行する時点よりリーン側からリッチ側に移行する時点までの時間を計測するリーン時間計測手段と、

前記リッチ時間計測手段及びリーン時間計測手段により計測された各時間がそれぞれ予め設定されているリッチ側基準時間またはリーン側基準時間を越えているか否かを判断する劣化判断手段と、

該劣化判断手段によりリッチ側計測時間がリッチ側基準時間を越えていると判断された場合に、リッチ側の比例積分制御の積分分を前記リッチ時間計測手段により計測した時間に基づいて変更する積分分変更手段と、

該劣化判断手段によりリーン側計測時間がリーン側基準時間を越えていると判断された場合に、リーン側の比例積分制御の積分分を前記リーン時間計測手段により計測した時間に基づいて変更する積分分変更手段と、を有することを特徴とするエンジンの空燃比フィードバック制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エンジンの空燃比フィードバック制御装置、特に  $O_2$  センサを用いたエンジンの空燃比フィードバック制御方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 エンジンに供給する燃料の噴射量を電子的に制御する電子制御燃料噴射装置は周知であり、様々なエンジン運転状況に対応した適切な燃料と空気の混合が可能となっている。従来、このような電子制御燃料噴射装置を用いる場合、エンジンに供給する混合気空燃比を理論空燃比近傍に制御するために、排気系に空燃比を検出する  $O_2$  センサを設け、この  $O_2$  センサからの出力信号に基づいて燃料の供給量を調整している。

【0003】 この  $O_2$  センサは、排気エミッション中の酸素濃度に応じて生じる起電力を用いて空燃比が理論空

燃比より濃い（以下、「リッチ」という）状態にあるか薄い（以下、「リーン」という）状態にあるかを判定することができる。しかし、 $O_2$  センサは排気系に設けられ常に高温の排気ガスに晒されているために、その熱等の影響により長期間の使用によって劣化が生じ、空燃比の検出応答性が悪化することが生じていた。そして、従来の空燃比フィードバック制御のフィードバック補正係数は一定であったために $O_2$  センサの劣化に対しては、必ずしも正確な空燃比のフィードバック制御を行うことができず、排ガスの悪化を招来していた。

【0004】そこで、例えば特開昭61-192831号公報には、 $O_2$  センサによる空燃比フィードバック制御において、 $O_2$  センサにより検出される空燃比が理論空燃比を境としてリーン側に存在している時間とリッチ側に存在している時間の和を1周期としてその周期を計測し、予め設定されている $O_2$  センサの劣化判断の基準となる基準周期との比較を行い、その比較から周期のずれを検出し、その周期のずれから空燃比の検出応答性の悪化、すなわち $O_2$  センサの劣化状態を検出し、その劣化状態に基づいてフィードバック補正係数を変化させる旨の記載がなされている。

【0005】該公報によれば、 $O_2$  センサが長期間の使用により劣化し空燃比の検出応答性が悪化してくると、前記空燃比の検出周期は長くなる。そして、その周期の長くなる度合は、リッチ側よりリーン側の方が大きくなる傾向があるので、フィードバック補正係数は $O_2$  センサの劣化と共に理論空燃比よりもリッチ側に全体的にシフトする。このシフトを修正するためにフィードバック補正係数を演算するための比例積分制御（以下、単に「PI制御」という）の積分値及び比例値（以下、単に「PI値」という）を、シフトさせる補正を行っている。これにより、理論空燃比近傍に空燃比を保つようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開昭61-192831号公報によれば、 $O_2$  センサの空燃比の検出応答性の悪化を空燃比の1周期の遅延時間によって判断しているために、リッチ側及びリーン側で異なる場合の対応は考えられていない。すなわち、リーン側とリッチ側のずれ方の割合が必ずしも同一に変化するとは限らないことから、 $O_2$  センサ出力の周期のみではリッチ側及びリーン側で異なる $O_2$  センサの空燃比の検出応答性の悪化に対応することができない。したがって、上記公報の記載によれば、例えば空燃比のリーン側へのずれが大きくなった場合でもフィードバック補正係数を全体的にリーン側へシフトさせる補正を行うため、補正後の空燃比は逆に理論空燃比と離れるように補正され、排気エミッションを悪化させる場合も考えられる。

【0007】また、上記公報には、フィードバック補正係数を求めるために行われるPI制御のPI値の変更方

法については具体的に示されていない。一般的にはPI値はテーブルからの固定値により求める方法が行われているが、この方法ではPI値をエンジン動作状態や空燃比の変化に応じて変更するだけで $O_2$  センサの劣化状態に応じて求めておらず、 $O_2$  センサの劣化が進んだ場合には排気ガス浄化を行うための適切な空燃比フィードバック制御を行うことが困難であった。

【0008】本発明は、上記の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、 $O_2$  センサの劣化によるフィードバック制御の精度の悪化を防止し、より信頼性の高い空燃比フィードバック制御を行うエンジンの空燃比フィードバック制御方法及び装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係るエンジンの空燃比フィードバック制御方法は、最初に、理論空燃比を境として $O_2$  センサの出力信号に基づいて検出される混合気の空燃比がリーン側からリッチ側へ移行する時点よりリッチ側からリーン側へ移行する時点までのリッチ側に位置する時間であるリッチ領域時間を計測するとともに、リッチ側からリーン側へ移行する時点よりリーン側からリッチ側へ移行する時点までのリーン側に位置する時間であるリーン領域時間を計測する。

【0010】そして、各々計測したリッチ領域時間及びリーン領域時間を予め設定されている $O_2$  センサの劣化判断の基準となる基準リッチ領域時間及び基準リーン領域時間と比較し、リッチ側及びリーン側における $O_2$  センサの劣化があるか否かを判断する。そして、リッチ側に劣化があると判断された場合には、フィードバック補正係数を演算するために行われるPI制御のリッチ側の積分分（以下、単に「I分」という）を前記計測したリッチ領域時間に基づいて変更し、リーン側に劣化があると判断された場合には、PI制御のリーン側のI分を前記計測したリーン領域時間に基づいて変更する。そして、この変更したI分を用いたPI制御により演算されるフィードバック補正係数に基づいて空燃比のフィードバック制御を行う。

【0011】したがって、リッチ側及びリーン側それぞれにおける $O_2$  センサの劣化を加味したフィードバック補正係数により、精度の高い空燃比フィードバック制御を行うことができる。また、リッチ側及びリーン側における $O_2$  センサの劣化に応じてPI制御のI分のみを各々変更することにより比例分（以下、単に「P分」という）を常に一定に保つことが可能となり、フィードバック補正係数は理論空燃比を基準として常に一定幅内に保持することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明に係るエンジンの空燃比フィードバック制御方法が用いられ

る自動車のエンジンの概略全体構成図である。

【0013】水平対向型のエンジン10本体には吸気通路12及び排気通路14が連通している。吸気通路12の上流側には吸気チャンバ16がエンジンルーム内（図示せず）に開口している。また、吸気通路12の下流側はサージタンク18から分岐して各シリンダ20に連通しており、この吸気通路12の下流端は、吸気ポート22を介して各燃焼室24に連通している。

【0014】吸気通路12には、その上流側から順に、空気中の塵埃を除去するエアクリーナ30、吸入空気量Qを検出するエアフローメータ32、アクセルペダル（図示せず）の踏み込み量に応じて吸入空気量Qを制御するスロットルバルブ34が設けられている。また、吸気通路12の下流側にはインジェクタ36が吸気ポート22に向けて設けられており、これら各インジェクタ36は燃料タンク37から圧送供給された燃料を微粒化して噴射するものである。

【0015】一方、排気通路14の上流側にはエンジン本体10の各気筒と連通され集合された排気管42が設けられ、排気管42の上流端は各排気ポート28を介して各燃焼室24に連通されている。排気通路14は、その上流側に排気ガスの浄化を行う例えば三元触媒等の触媒44を具備し、その下流端は車体後部（図示せず）に取り付けられたマフラ40に連通されている。

【0016】また、触媒44の上流側には排気ガス中の酸素濃度を検出することによって混合気の空燃比を検出し、理論空燃比を境にして出力がZ特性を有するO<sub>2</sub>センサ46が設けられている。

【0017】また、エンジン本体10の各シリンダヘッド54には燃焼室24内に臨んで点火プラグ56が設けられており、この点火プラグ56は、イグナイタ55及び点火コイル57を介して給電された高電圧によって、燃焼室24内の混合気を所定の点火時期で強制着火するようになっている。

【0018】そして、エンジン本体10にはエンジンのクランク角度とエンジン回転数Neを検出するクランク角センサ58、及びエンジンの暖機状態（水温Tw）を検出する水温センサ59が設けられている。また、スロットルバルブ34には、そのスロットル開度θを検出するスロットル開度センサ60が設けられている。そして、これら各センサからの検出信号を入力し、エンジンの各制御手段に制御信号を出力して、エンジン運転を制御する電子制御装置（以下、単に「ECU」という）62が設けられている。

【0019】図2は、図1に示したECU62の内部構成を示す構成説明図である。

【0020】図示のように、ECU62は、各センサからの検出信号を入力する入力インタフェース62a、各部材への駆動制御信号を出力する出力インタフェース62b、主演算装置としてのCPU62c、制御プログラ

ムや予め設定された固定データが記憶されているROM62d、各センサ類からの信号を処理した後のデータやCPU62cで演算処理したデータが格納されるRAM62e、さらに学習データなどを格納するバックアップRAM62f、タイマ62g等をバスライン62hで相互に接続してなるマイクロコンピュータシステムとして構成されている。

【0021】次に、本実施の形態によるエンジンの空燃比フィードバック制御を図面に基づいて更に詳細に説明する。

【0022】図3は、本発明が適用されたエンジンのフィードバック制御装置の基本的構成を示した機能ブロック図である。図示のように、エンジン動作状態検出手段70はクランク角センサ58とエアフローメータ32からなり、エンジン回転数Neと吸入空気量Qよりエンジンの現在の動作状態を検出する。エンジン定常運転判定部72は、エンジン動作状態検出手段70により検出したエンジン動作状態が定常運転状態にあるか否かの判断を行い、定常運転と判断した時には定常信号をO<sub>2</sub>センサ劣化状態検出手段74に出力する。

【0023】また、O<sub>2</sub>センサ劣化状態検出手段74には、O<sub>2</sub>センサ46の検出信号も入力される。また、空燃比判定部76は、O<sub>2</sub>センサ46からの検出信号を受け現在の空燃比がリッチ状態又はリーン状態のどちらであるかを判定する。次に、フィードバック補正係数算出部78は、PI制御により演算されるフィードバック補正係数αを算出するものであり、O<sub>2</sub>センサ46の検出信号及び空燃比判定部76からのリッチ状態あるいはリーン状態を示す出力信号が入力される。

【0024】そして、燃料噴射量演算部80は、インジェクタ36から噴射される燃料噴射量を演算する。燃料噴射量演算部80には、クランク角センサ58及びエアフローメータ32からの検出信号及び前記フィードバック補正係数算出部78からのフィードバック補正係数αの信号が入力される。

【0025】以下にこの上記構成の実施の形態の燃料噴射量演算動作について説明する。最初に、O<sub>2</sub>センサの劣化度合に応じた燃料噴射量の演算方法について説明する前に、一般的な燃料噴射量の演算方法について図4を用いて以下に説明する。

【0026】図4は、燃料噴射量演算部80にて行われ最終的にインジェクタ36から噴射すべき燃料の量を表す単位時間当たりの燃料噴射パルス幅Tiを算出するフローチャートである。

【0027】ステップ（以下、単に「S」という）S101ではエアフローメータ32とクランク角センサ58により吸入空気量Qとエンジン回転数Neを検出することによって現時点のエンジン動作状態を検出する。そして、S102ではS101にて検出されたエンジン動作状態から基本噴射パルス幅Tpの算出が行われる。

【0028】ここで、基本噴射パルス幅 $T_p$ の算出は $T_p = K \times Q / N_e$ の式で行われ、 $K$ はインジェクタ36の有する特性補正係数である。この基本噴射パルス幅 $T_p$ は、エアフローメータ32により計測された吸入空気量 $Q$ をエンジン回転数 $N_e$ で除算することにより得られるエンジン1回転当たりの吸入空気重量を表し、燃料噴射パルス幅 $T_i$ と同様に噴射パルス幅で表すことができる。

\*

$$T_i = T_p \times \alpha \times COEF \times (1 + KL) + T_s \dots (1)$$

ここで、 $COEF$ は各種補正係数であり、例えばエンジンの冷却水温が低い場合や、エンジンの加速時に燃料の増量を行うために付加される。また、 $KL$ は空燃比学習値テーブルを補間計算付で参照して得られる学習補正係数である。そして、 $T_s$ はバッテリー電圧により変動する無効時間を補正する電圧補正係数であり、インジェクタ36の噴射遅れを保障する無効パルス幅を意味する。そして、燃料噴射パルス幅 $T_i$ を算出した後に、このルーチンを抜ける(RST)。

【0031】したがって、燃料噴射量演算部80において上記(1)式により得られた燃料噴射パルス幅 $T_i$ に基づいてインジェクタ36から燃料が噴射される。

【0032】次に、本発明の特徴的事項である $O_2$ センサ46の劣化度合に応じてフィードバック補正係数の変更を行うための第1の段階である $O_2$ センサ46の劣化状態を検出する劣化検出方法について図5及び図6を用いて以下に説明する。

【0033】図5は、 $O_2$ センサ46の出力信号とフィードバック補正係数 $\alpha$ の関係を示したタイムチャートである。ここで、図5(A)は、空燃比を検出した $O_2$ センサ46の出力信号のタイムチャート、同図(B)は、 $O_2$ センサ46の出力信号に基づいてP制御により演算されるフィードバック補正係数 $\alpha$ のタイムチャートを示している。

【0034】図5(A)に示したように、空燃比はフィードバック制御により理論空燃比であるスライスレベルを境としてリッチ側とリーン側を交互に一定の振幅で繰り返し変化する。ここで、空燃比がリーン側よりリッチ側に移行する時点(b点)を起点としてリッチ側よりリーン側へ移行する時点(c点)までを終点とするその間の時間をリッチ領域時間 $\Delta TR$ とする。また、リッチ側からリーン側へ移行する時点(c点)を起点としリーン側からリッチ側へ移行する時点(e点)までを終点とするその間の時間をリーン領域時間 $\Delta TL$ とする。

【0035】このリッチ領域時間 $\Delta TR$ とリーン領域時間 $\Delta TL$ は $O_2$ センサ46の空燃比の検出応答性を表しており、 $O_2$ センサ46が劣化する前においては、空燃比は所定間隔でリッチ側とリーン側を交互に繰り返す(実線)。

しかし、 $O_2$ センサ46が経年変化により例えばリッチ側の劣化が進んだ場合には、 $O_2$ センサ46の検出信号より計測されるリッチ領域時間 $\Delta TR$ は、そ

【0029】次に、S103ではフィードバック補正係数算出部78によりフィードバック補正係数 $\alpha$ を算出する。そして、S104にて最終的にインジェクタ36から噴射すべき燃料の量を表す単位時間当たりの燃料噴射パルス幅 $T_i$ が算出される。この燃料噴射パルス幅 $T_i$ は以下の(1)式で算出される。

【0030】

10 の時間が長くなる(f点→f'点)方向にずれを生じ(破線)、検出応答性が悪化したリッチ領域時間 $\Delta TR_d$ となる。また、図示していないがリーン側も同様に劣化が進んだ場合リーン領域時間 $\Delta TL_d$ となる。

【0036】したがって、リッチ領域時間 $\Delta TR_d$ 及びリーン領域時間 $\Delta TL_d$ を $O_2$ センサ46が劣化する前の基準リッチ領域時間 $\Delta TR_c$ 及び基準リーン領域時間 $\Delta TL_c$ と比較することによりリッチ側とリーン側における $O_2$ センサ46の劣化度合を検出することができる。なお、図5(B)の説明については、フィードバック補正係数 $\alpha$ の算出方法を説明する際に行う。

【0037】次に、これらリッチ領域時間 $\Delta TR_d$ 及びリーン領域時間 $\Delta TL_d$ の計測方法を図6に基づいて説明する。尚、このルーチンは予め設定された所定時間毎、例えば10ms毎に行われる。

【0038】最初に、S201において $O_2$ センサ46の現在の状態が活性状態であるか否かが判断される。ここで、 $O_2$ センサ46が活性状態であるか否かは、例えば、水温センサ59により検出されるエンジンの冷却水温等に基づいて判断される。S201で、 $O_2$ センサ46が活性状態であると判断されると、S202へ進む。

【0039】また、活性状態でない場合、例えばエンジン始動時及び始動から十分な時間が経過しておらず $O_2$ センサ46の温度が低い場合は、フィードバック制御を行わないとしてこのルーチンを抜ける(RST)。

【0040】次に、S202ではエンジン動作状態が定常運転状態であるか否かの判断がなされる。ここで、定常運転状態とは、例えば吸入空気量 $Q$ 、車速 $V$ 、水温 $T_w$ 等を検出し、加速時、減速時あるいは暖機途中の過渡期ではなく、いわゆる通常安定走行時等の状態をいう。

40  $O_2$ センサ46の出力が安定している状態にて $O_2$ センサ46からの出力信号の検出を行い、誤判定を避けるためである。したがって、燃料噴射量の加速補正時、減速補正時、燃料カット時等にはフィードバック制御を行わないとしてこのルーチンを抜ける(RST)。ここで、定常運転状態であると判断された場合には、 $O_2$ センサ46の出力が安定しているとして、S203へ進む。

【0041】S203以降では、現在の空燃比がリッチ側にあるのかリーン側にあるのかを判断し、リッチ領域時間 $\Delta TR_d$ とリーン領域時間 $\Delta TL_d$ の計測が行われる。S203では、フラグ1が立っている(FLAG=

1) か否かが判断される。このフラグ1は、現在、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ を計測中であることを示し、このフラグ1の立てる方法については後で説明する。

【0042】そして、S203にてフラグ1が立っていない(FLAG≠1)と判断された場合(NO)はS204へ進み、フラグ1が立っている(FLAG=1)と判断された場合(YES)はS210へ進む。

【0043】S204ではフラグ2が立っている(FLAG=2)か否かが判断される。このフラグ2は、現在、リーン領域時間 $\Delta Tld$ を計測中であることを示し、このフラグ2の立てる方法についても後で説明する。S204でフラグ2が立っている(FLAG=2)と判断された場合(YES)にはS206へ進み、フラグ2が立っていない(FLAG≠2)と判断された場合(NO)には、S205へ進む。

【0044】S205では、O<sub>2</sub> センサにより検出された空燃比がスライスレベル(理論空燃比)よりも小さいか否かが判断される。すなわち、現在の空燃比がリッチ側とリーン側のどちらにあるかが判断される。ここで、スライスレベルよりも小さいと判断された場合(YES)には、現在の空燃比がリーン側にあると判断されS206へ進む。

【0045】S206では、リーン側にある空燃比がリッチ側に移行したか否かを判断する。すなわち、空燃比がリーン側からリッチ側に移行する点(図5中、b点)を起点としリッチ側からリーン側に移行する点(c点)を終点とするリッチ領域時間 $\Delta TRd$ の起点(b点)に達したか否かの判断が行われる。ここでリーン側からリッチ側に移行したと判断された場合(YES)には、空燃比が起点(b点)に達したとしてS207へ進み、未だ移行していないと判断された場合(NO)には、S214へ進む。

【0046】S207以降では、時間計測タイマによりリッチ領域時間 $\Delta TRd$ の計測が行われる。まず、最初にS207では、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ の計測を開始するとしてフラグ1が立てられる(FLAG=1)。フラグ1を立てることにより、現在リッチ領域時間 $\Delta TRd$ が計測中であるとして容易に判断することが可能となり、ここで立てられたフラグ1は他のステップ、例えばS203等において使用される。

【0047】次に、S208ではECU62の内部に設けられたリッチ領域時間 $\Delta TRd$ を計測するためのタイマ62gがカウントを開始する。そして、S209において前回のルーチン実行時に計測されたリッチ領域時間 $\Delta TRd_{old}$ にカウント数1を加算し、今回のルーチンを抜ける(RST)。このタイマ62gのカウントは、次のルーチン実行時にS210によって空燃比がリッチ側からリーン側に移行したと判断されるまで、すなわちリッチ領域時間 $\Delta TRd$ の終点まで行われる。したがって、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ を計測することができ

る。

【0048】また、S203にてフラグ1が立っている(FLAG=1)と判断された場合(YES)、若しくはS205にてO<sub>2</sub> センサ46の出力信号がスライスレベルよりも大きい場合(NO)、すなわち空燃比がスライスレベルよりも大きいと判断された場合には現在の空燃比がリッチ側にあると判断されS210へ進む。

【0049】S210では、リッチ側にある空燃比がリーン側に移行したか否かを判断する。すなわち、リーン領域時間 $\Delta Tld$ の起点(c点)を定める判断が行われる。ここでリッチ側からリーン側に移行したと判断された場合(YES)には、空燃比が起点(c点)に達したとしてS211へ進み、未だ移行していないと判断された場合(NO)には、S215へ進む。

【0050】S211以降では、時間計測タイマによるリーン領域時間 $\Delta Tld$ の計測が行われる。まず、最初にS211では、リーン領域時間 $\Delta Tld$ の計測を開始するとしてフラグ2が立てられる(FLAG=2)。フラグ2は、現在、リーン領域時間 $\Delta Tld$ が計測中であることを示す。

【0051】次に、S212ではECU62の内部に設けられたリーン領域時間 $\Delta Tld$ を計測するためのタイマ62gがカウントを開始する。そして、S113において前回のルーチン実行時に計測されたリーン領域時間 $\Delta Tld_{old}$ にカウント数1を加算し、今回のルーチンを抜ける(RST)。このタイマのカウントは、次のルーチン実行時にS204によって空燃比がリーン側からリッチ側に移行したと判断されるまで、すなわちリーン領域時間 $\Delta Tld$ の終点まで行われる。以上の制御によりリーン領域時間 $\Delta Tld$ を計測することができる。

【0052】また、S210にてリッチ側からリーン側に移行していない(NO)と判断された場合には、S215へ進む。S215では、フラグ1が立っているか否かの判断がなされる。このS215は、ルーチンの開始時に空燃比がリッチ側(図5(A)中、d点)であった場合にリーン領域時間 $\Delta Tld$ の起点(c点)に達する前にリーン領域時間 $\Delta Tld$ の計測を開始するのを防ぐためのステップである。

【0053】ここで、S215にてフラグ1が立っていない(FLAG≠1)と判断された場合(NO)には今回のルーチンを抜け(RST)、フラグ1が立っている(FLAG=1)と判断された場合(YES)には未だリッチ領域時間 $\Delta TRd$ を計測中であるのでS209へ進む。同様に、S214もリッチ領域時間 $\Delta TRd$ の起点(a点)に達する前にリッチ領域時間 $\Delta TRd$ の計測を開始するのを防ぐためのステップである。以上のようにして、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ とリーン領域時間 $\Delta Tld$ を算出することができ、O<sub>2</sub> センサの劣化度合を検出することが可能となる。

【0054】次に、本発明の特徴的事項であるO<sub>2</sub> セン

サ46の劣化度合に応じてフィードバック補正係数 $\alpha$ の変更を行う方法について図5(B)及び図7から図9を用いて説明する。図5(B)は、 $O_2$ センサ46の出力信号(同図(A)参照)に基づいて行われる空燃比フィードバック制御のフィードバック補正係数 $\alpha$ の変化を時間の経過に基づいて示したタイムチャートである。最初に、 $O_2$ センサ46が劣化する前のフィードバック制御について説明する。

【0055】ECU62は、スライスレベルと $O_2$ センサ46の出力信号より検出される空燃比とを比較して、空燃比がリッチ側あるいはリーン側のどちらにあるかを判断する(図5(A)参照)。そして、空燃比がリッチ側であると判断した場合にはリーン側に戻す方向の積分分(以下、単に「IL分」という)でフィードバック補正係数 $\alpha$ を所定の割合で減少させ、リーン側であると判断した場合にはリッチ側に戻す方向の積分分(以下、単に「IR分」という)でフィードバック補正係数 $\alpha$ を所定の割合で増加させる。

【0056】そして、空燃比がリーン側からリッチ側に移行した場合(b点)には、空燃比をリッチ側からリーン側に戻す方向の比例分(以下、単に「PL分」という)で階段状にフィードバック補正係数 $\alpha$ を変化(スキップ)させる。また、空燃比がリッチ側からリーン側に移行した場合(c点)には、空燃比をリーン側からリッチ側に戻す方向の比例分(以下、単に「PR分」という)で階段状にフィードバック補正係数 $\alpha$ をスキップさせる。以上の制御により、空燃比は理論空燃比を境にして基準リッチ領域時間 $\Delta TRc$ 及び基準リーン領域時間 $\Delta TLc$ で交互に一定の振幅を繰り返す。

【0057】次に、 $O_2$ センサ46が経年変化により劣化した後のフィードバック制御について説明する。上述の図5(A)の説明のとおり、 $O_2$ センサ46が劣化してくると、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ 及びリーン領域時間 $\Delta TLd$ の遅延が発生する。図5(B)に示したように以下、リッチ側の劣化が進んだ状態について説明すると、このリッチ側の遅延によりフィードバック補正係数 $\alpha$ はIL分の時間が長くなり、PR分を大きくしなければ空燃比が理論空燃比よりも大きく離れてしまう(図中、破線により示す)。

【0058】したがって、 $O_2$ センサ46の劣化が生じた場合には、その劣化の度合に応じてPR分を一定にするようにIL分を変更して常に空燃比が理論空燃比の近傍に収束することを可能とする必要がある。したがって、上述の図6のルーチンにより計測されたリッチ領域時間 $\Delta TRd$ を用いて、IL分の変更を行う。また、リーン側の劣化が進んだ場合はIR分についても同様に行う。

【0059】ここで、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ とリーン領域時間 $\Delta TLd$ を用いてIL分及びIR分を変更し、フィードバック補正係数 $\alpha$ を算出する第1の実施の形態

について図7を用いて説明する。

【0060】図7は、 $O_2$ センサ46の劣化が進んだときのフィードバック補正係数 $\alpha$ を演算するために行われるPI制御のIR分及びIL分の算出ルーチンである。図7(A)は、 $O_2$ センサ46の劣化の度合に応じたリッチ側に戻す方向の積分分(以下、単に「ILd分」という)の算出ルーチンが示され、図7(B)は、リッチ側に戻す方向の積分分(以下、単に「IRd分」という)の算出ルーチンが示されている。尚、図7(B)のS401以降に示されるIRd分の算出ルーチンは、ILd分の算出方法と同様に行われるのでその詳細な説明を省略する。

【0061】図7(A)に示すIRd分の算出ルーチンは、最初に、S301にてエンジンの定常運転状態に応じた基準リッチ領域時間 $\Delta TRc$ が予めECU62のROM62d内に設定されている $\Delta TR$ 基準値テーブルに基づいて検索される。図8は、 $\Delta TR$ 基準値テーブル及び $\Delta TL$ 基準値テーブルの概略説明図であり、縦軸にそれぞれの基準領域時間、横軸に所定時間当たりの吸入空気量( $g/min$ )をとる構成となっている。したがって、エンジン動作状態を示す吸入空気量に基づいて容易に基準リッチ領域時間 $\Delta TRc$ 及び基準リーン領域時間 $\Delta TLc$ を検索することができる。

【0062】次に、S302では、 $O_2$ センサ46のリッチ側の劣化状態を示すリッチ側劣化係数Rが算出される。このリッチ側劣化係数Rは $O_2$ センサ46のリッチ側の劣化の度合を示すものであり、図6に示した $O_2$ センサ46の応答時間計測ルーチンにより計測されたリッチ領域時間 $\Delta TRd$ をS301にて検索された基準リッチ領域時間 $\Delta TRc$ で除算することにより得ることができる。

【0063】そして、S303では、PR分が読み込まれ、S304へ進む。S303にて読み込まれるPR分は、ECU62内のROM内に予め格納されている固定値である。S304では、 $O_2$ センサの劣化の度合に応じたILd分が算出される。

【0064】ILd分は次の(2)式により算出される。

【0065】

$$ILd = PR / (R \times \Delta TRc) \dots\dots (2)$$

ここで、 $PR / \Delta TRc$ は、 $O_2$ センサ46が劣化する前のIL分を算出するものであり、IL分を劣化係数Rで除算することによってILd分を算出することができる。また、同様に図7(B)に示すルーチンによりIRd分を算出することができる。

【0066】以上のように算出したILd分及びIRd分を用いて補正されたPI制御によって演算されるフィードバック補正係数 $\alpha$ によりフィードバック制御を行うことによって、 $O_2$ センサ46の劣化の度合に応じた最適な空燃比制御を行うことが可能となる。



【0067】次に、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ とリーン領域時間 $\Delta Tld$ を用いてフィードバック補正係数 $\alpha$ を算出する第2の実施の形態について図9を用いて説明する。図9の(A)、(B)は、フィードバック補正係数 $\alpha$ を演算するために行われるPI制御のIL分及びIR分の算出ルーチンである。尚、図9(B)のS601以降に示されるIRd分の算出ルーチンは、ILd分の算出方法と同様に行われることから、その詳細な説明を省略する。

【0068】図9(A)に示すILd分の算出ルーチンは、最初に、S501にて現在のエンジン動作状態に基づいて $\Delta TR$ 判定時間テーブルを検索することによりリッチ領域判定時間 $\Delta TRj$ が得られる。このリッチ領域判定時間 $\Delta TRj$ とは、 $O_2$ センサ46の劣化の度合いが所定値を越えているか否かを判断するための基準として用いられるもので、 $\Delta TR$ 判定時間テーブルにおいてエンジンの動作状態に応じて設定されているものである。したがって、エンジン動作状態に基づいて容易にリッチ領域判定時間 $\Delta TRj$ を検索することができる。

【0069】そして、S502では図6のリッチ領域時間 $\Delta TRd$ 算出ルーチンにより計測されたリッチ領域時間 $\Delta TRd$ とS501にて検索されたリッチ領域判定時間 $\Delta TRj$ との比較が行われ、IR分を補正すべきか否かの判断がなされる。ここで、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ の方がリッチ領域判定時間 $\Delta TRj$ より大きい場合(YES)にはIL分の補正を行うとしてS503へ進む。また、リッチ領域時間 $\Delta TRd$ の方がリッチ領域判定時間 $\Delta TRj$ より小さい場合(NO)にはS505へ進む。

【0070】S503では、 $O_2$ センサ46の劣化状態、例えばリッチ領域時間 $\Delta TRd$ に応じて予め設定されたリッチ領域時間補正テーブルを検索することによりIL分を補正するリッチ領域時間補正值 $\Delta TRA$ が設定される。次に、S504では、PR分が読み込まれる。このPR分はECU62内のROM62d内に予め格納されている固定値である。そして、S505にて $O_2$ センサ46の劣化の度合いに応じたILd分が算出される。ILd分は次の(3)式により算出される。

【0071】 $ILd = PR / \Delta TRA \dots\dots (3)$

また、S502にてリッチ領域時間 $\Delta TRd$ の方が小さい(NO)と判断されリッチ領域時間補正テーブルの参照が行われずにS505へ移行した場合には、 $O_2$ センサ46の劣化は進んでいないため、IL分の補正は行わず、通常のPI制御を行う。同様に図9(B)に示すルーチンによりS601以降でIRd分を算出することができる。この場合もS602でリーン領域時間 $\Delta Tld$ の方がリーン領域判定時間 $\Delta Tlj$ より小さい場合(NO)には、IR分の補正をせずに通常のPI制御を行う。

【0072】以上のように算出したILd分及びIRd

分を用いたPI制御によって演算されるフィードバック補正係数 $\alpha$ によりフィードバック制御を行うことによって、 $O_2$ センサ46の劣化の度合いに応じた最適な空燃比制御を行うことが可能となる。

【0073】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明に係るエンジンの空燃比フィードバック制御方法により、リッチ側及びリーン側で各々最適なフィードバック補正係数を算出することが可能となり、 $O_2$ センサの劣化の度合いに応じた精度の高い空燃比フィードバック制御を行うことができる。また、 $O_2$ センサの劣化の度合いに応じてPI制御の積分分(I分)のみをリッチ側及びリーン側のP分をそれぞれ一定に保持することができ、空燃比を理論空燃比近傍に収束させることが可能となる。したがって、 $O_2$ センサ46の劣化によりI分が過度にかかることなく排気ガスが悪化するのを防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るエンジンの空燃比フィードバック制御方法が用いられる自動車のエンジンの概略全体構成図である。

【図2】図1に示したECU62の内部構成を示す構成説明図である。

【図3】本発明の実施の形態の基本的構成を示す機能ブロック図である。

【図4】インジェクタから噴射される燃料噴射量を算出するフローチャート図である。

【図5】 $O_2$ センサの出力信号とフィードバック補正係数 $\alpha$ の関係を示したタイムチャート図である。

【図6】 $O_2$ センサの劣化を検出するための判断要素となる応答時間の計測方法を示したフローチャート図である。

【図7】第1の実施の形態にかかるフィードバック補正係数 $\alpha$ を演算するために行われるPI制御のIR分及びIL分の算出ルーチンを示すフローチャート図である。

【図8】 $\Delta TR$ 基準値テーブル及び $\Delta TL$ 基準値テーブルの概略説明図である。

【図9】第2の実施の形態にかかるフィードバック補正係数 $\alpha$ を演算するために行われるPI制御のIR分及びIL分の算出ルーチンを示すフローチャート図である。

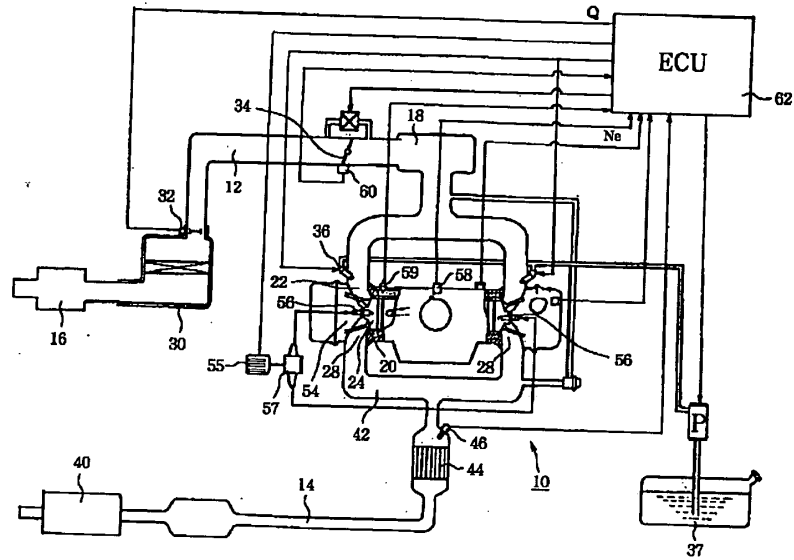
【符号の説明】

- 10 エンジン本体
- 12 吸気通路
- 14 排気通路
- 22 吸気ポート
- 24 燃焼室
- 28 排気ポート
- 30 エアクリーナ
- 32 エアフローメータ

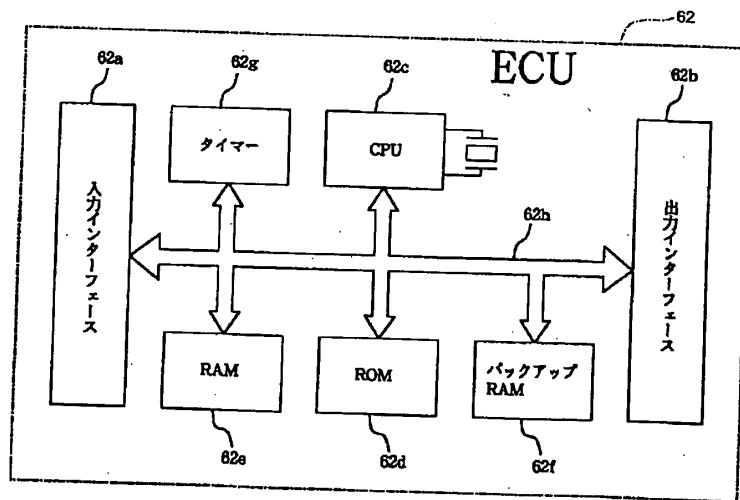
15  
 34 スロットルバルブ  
 36 インジェクタ  
 42 排気管  
 44 触媒

16  
 46 O<sub>2</sub> センサ  
 58 クランク角センサ  
 59 水温センサ  
 60 スロットル開度センサ

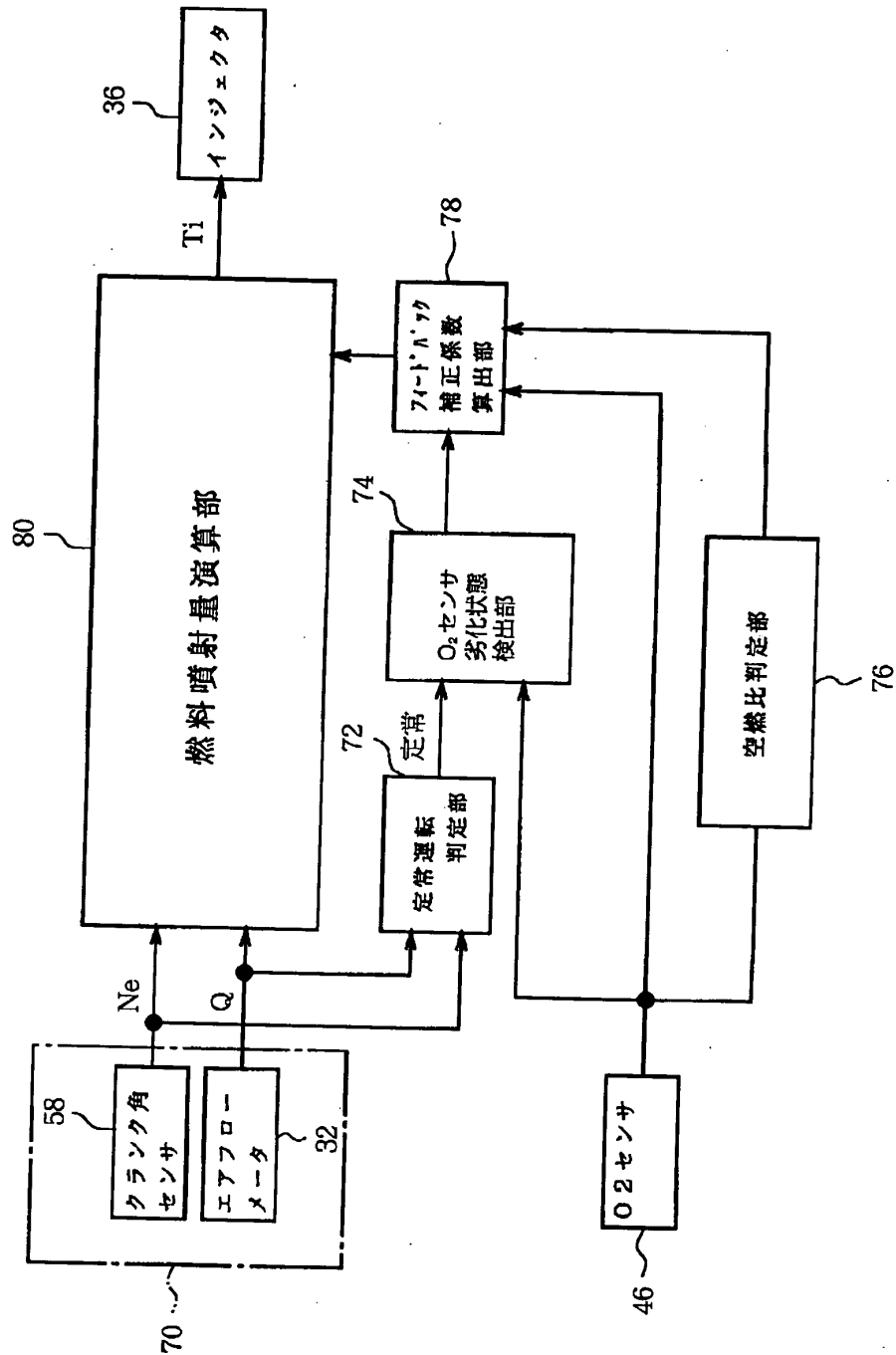
【図1】



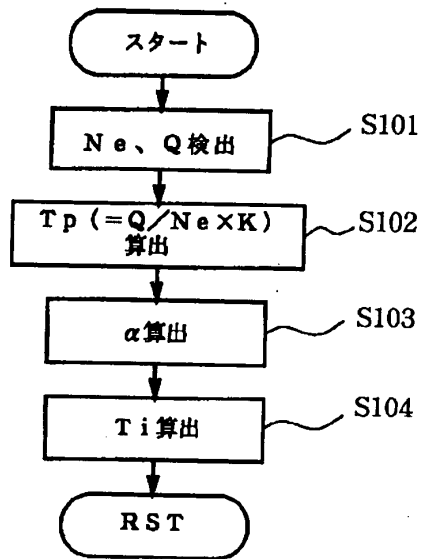
【図2】



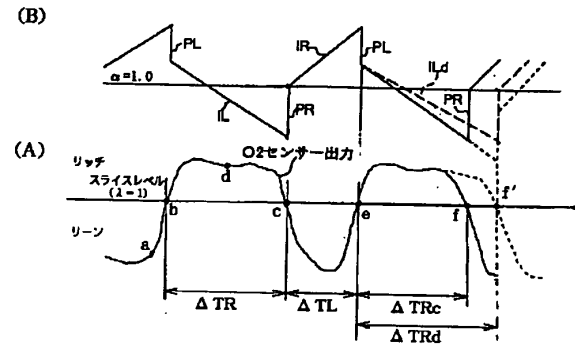
【図3】



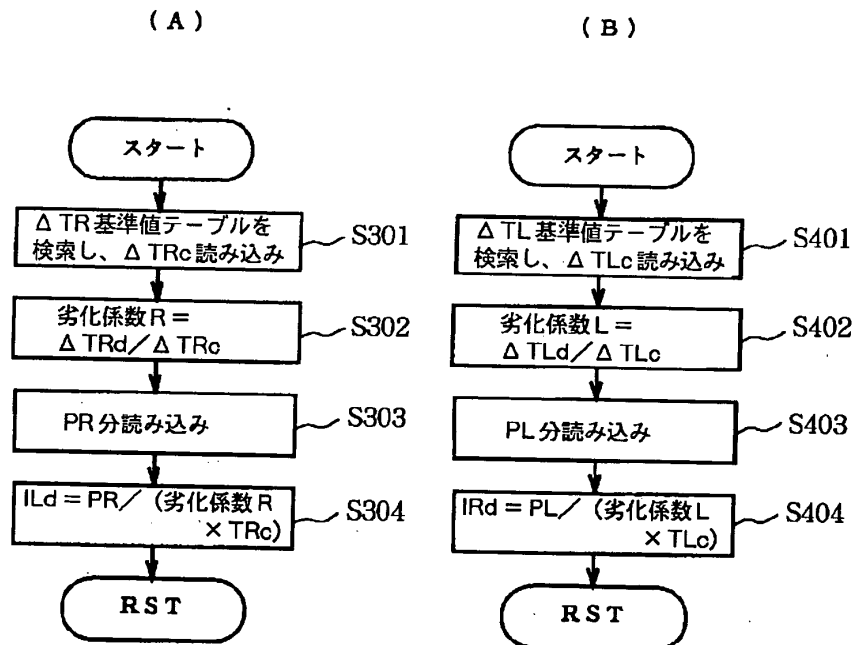
【図 4】



【図 5】



【図 7】

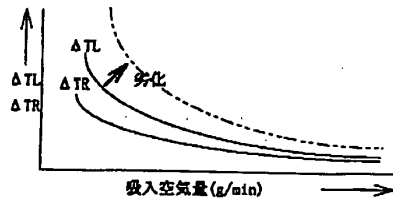


```

graph TD
    Start([スタート]) --> S201{O2センサ活性?}
    S201 -- NO --> S202{定常運転状態?}
    S201 -- YES --> S202
    S202 -- NO --> S201
    S202 -- YES --> S203{FLAG=1?}
    S203 -- YES --> S210{リッチ→リーン  
反転か?}
    S203 -- NO --> S204{FLAG=2?}
    S204 -- YES --> S206{リーン→リッチ  
反転か?}
    S204 -- NO --> S205{O2センサ出力  
< SLICE}
    S205 -- YES --> S206
    S205 -- NO --> S210
    S206 -- YES --> S207[FLAG=1にセット]
    S206 -- NO --> S214{FLAG=2?}
    S207 --> S208[タイマカウンタ  
スタート]
    S208 --> S209[ΔATR←  
ΔTRold+1]
    S209 --> RST([RST])
    S210 -- YES --> S211[FLAG=2にセット]
    S210 -- NO --> S215{FLAG=1?}
    S211 --> S212[タイマカウンタ  
スタート]
    S212 --> S213[ΔTL←  
ΔTLo1d+1]
    S213 --> RST
    S215 -- YES --> A((A))
    A --> S203
    S215 -- NO --> RST
    S214 -- YES --> B((B))
    B --> S212
    S214 -- NO --> RST

```

【図 8】



【図 9】

(A)

(B)

